



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



Matheus Kunz Noll

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MUDANÇA DE LAYOUT E ANÁLISE DE VIABILIDADE NA AQUISIÇÃO DE
UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER EM UMA EMPRESA DE PEQUENO
PORTE**

**PASSO FUNDO
2024**

Matheus Kunz Noll

**MUDANÇA DE LAYOUT E ANÁLISE DE VIABILIDADE NA
AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER EM UMA
EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao
Curso de Engenharia de Produção no Instituto de
Tecnologia da Universidade de Passo Fundo,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Anderson Hoose, Doutor.

Passo Fundo

2024

Matheus Kunz Noll

**MUDANÇA DE LAYOUT E ANÁLISE DE VIABILIDADE NA
AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A LASER EM UMA
EMPRESA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao
Curso de Engenharia de Produção no Instituto de
Tecnologia da Universidade de Passo Fundo,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Anderson Hoose, Doutor

Aprovado em: 04 de julho de 2024

BANCA EXAMINADORA

Anderson Hoose, Doutor.
Universidade de Passo Fundo

Juliana Kurek, Doutora.
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha filha Helena, a minha esposa Luciana, que agora me guia lá de cima, aos meus pais Leandro e Carla, pelos momentos de compreensão e auxílio durante os dias de cansaço, as noites mal dormidas e os finais de semana de estudo. Vocês sempre serão o combustível para continuar seguindo em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, capacidade de reflexão e amparo nos momentos mais difíceis.

Agradeço a minha filha Helena por ser a minha maior fonte de motivação. Se por determinados momentos pensei em desistir, encontrei forças no teu sorriso para me motivar a continuar nessa longa jornada.

Aproveito e agradeço, com os olhos marejados, a minha amada esposa Luciana, que nos deixou durante a realização deste estudo, você foi a responsável por plantar a primeira semente do conhecimento e me motivar a buscar o sonho da graduação. Sem o teu apoio inicial, confesso que não teria fôlego para iniciar esta importante etapa. Sei que estás feliz com minha conquista e me aplaudindo aí de cima. Te amo eternamente!

Agradeço aos meus pais Leandro e Carla, pelos momentos de ajuda e compreensão durante a busca pelo conhecimento.

Agradeço aos professores da Universidade de Passo Fundo por todo o conhecimento repassado, em especial aos professores do curso de Engenharia de Produção pelas contribuições nesta área de constante crescimento.

E a todos os colegas, dos mais variados níveis e cursos, que puderam trocar ideias, debater e ampliar as vivências profissionais e acadêmicas durante todo o período do curso.

RESUMO

O ramo da indústria metalmecânica necessita de investimentos em tecnologias e processos automatizados, focando na eliminação de perdas, otimização dos processos e ampliação do portfólio das empresas. Diante deste cenário, este estudo tem como objetivo fazer um estudo para mudança de layout e dar condições de implementação de uma máquina de corte a laser. A natureza do estudo é de pesquisa exploratória, com delimitação do universo como um estudo de caso, sendo realizado em uma empresa de pequeno porte, atuante no ramo metalomecânico. Foi realizada a avaliação do processo de soldagem e o fluxo de produção atual, uma intervenção com o uso da simulação computacional para reorganizar o fluxo de produção. Ainda, fez-se uma avaliação dos dados e custos estimados para a aquisição de uma máquina de corte a laser. Diante deste estudo, os resultados obtidos demonstraram ganhos em produtividade, com redução de 50% na movimentação entre os postos de soldagem. Ainda, um rápido retorno do investimento em uma máquina de corte a laser, resultando em um payback de 9 meses.

Palavras-chaves: Análise de Viabilidade. Corte a Laser. Layout. Solda. Fluxo de Movimentação.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Considerações Iniciais	8
1.2 Problema	9
1.3 Justificativas	10
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo Geral	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 O processo de soldagem	12
2.2 Processo de corte a laser	13
2.3 Processo de melhoria da produção	15
2.4 Gestão de Layout	15
2.5 Manutenção Industrial	17
2.6 Análise de Viabilidade Econômica	18
2.6.1 Payback Descontado	18
2.6.2 Valor Presente Líquido (VPL)	19
2.6.3 Índice de Lucratividade	19
2.6.4 Taxa Interna de Retorno	20
2.6.5 Valor Anual Uniforme Equivalente	20
3. MÉTODO DE TRABALHO	21
3.1 Descrição do objeto de estudo	21
3.2 Procedimento metodológico	21
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	24
4.1 Cenário Atual	24
4.2 Análise do fluxo de produção atual	24
4.3 Resultados obtidos com a mudança de layout	25
4.4 Implementação de uma máquina de corte a laser	27
4.4.1 Análise de Viabilidade Econômica	28
4.4.2 Análise dos Resultados Obtidos	32
4.4.3 Vantagens e Desvantagens na Implementação	32
5. CONCLUSÃO	33
5.1 Conclusões do trabalho	33
5.2 Recomendações para trabalhos futuros	33
6. REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma introdução abrangente que aborda as considerações iniciais, o problema em foco, a justificativa por trás da pesquisa e os objetivos a serem alcançados.

1.1 Considerações Iniciais

O ramo metal mecânico no norte do estado do Rio Grande do Sul é considerado um grande polo de desenvolvimento tecnológico com foco na mecanização da agricultura. Com o avanço da informática, viu-se a possibilidade de aliar a agricultura com a tecnologia. Inicialmente, através de planilhas e softwares de monitoramento, e atualmente com GPS e mapeamento da lavoura via satélite, desenvolveu-se a agricultura de precisão.

Não-Me-Toque é, através da Lei nº 12.081 de 29 de outubro de 2009, Capital Nacional da Agricultura de Precisão. A agricultura de precisão, segundo Coelho (2009), o conceito de agricultura de precisão está associado à utilização de equipamento de alta tecnologia para avaliar, ou monitorizar, as condições numa determinada parcela de terreno, aplicando depois os diversos fatores de produção em conformidade.

Visando atender as demandas deste setor, as indústrias necessitam de qualidade na fabricação de peças e produtos para os implementos agrícolas. Um destes implementos é o autopropelido, utilizado para a pulverização de defensivos agrícolas. O autopropelido possui peças que são fabricadas através do processo de soldagem e de corte a laser.

O processo de soldagem é considerado, segundo Brandi *et al.* (1992), a união entre duas partes metálicas, usando uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão. A solda deve ter qualidade e confiabilidade, pois a maioria das peças sofrem grandes esforços devido ao tamanho do implemento e as irregularidades de terrenos onde é aplicada a pulverização. Para atender a alta demanda, as indústrias optam por terceirizar este processo com empresas de pequeno porte, instaladas no mesmo município.

Devido a estas necessidades, uma empresa, mesmo sendo considerada de pequeno porte, deve ter planejamento e organização para atender as solicitações. Para facilitar o processo de fabricação, viu-se a necessidade de readequação de *layout* fabril. Esta adequação

levará em consideração um projeto futuro da empresa, onde se tem ideia de implementação de uma máquina para o corte a laser, ampliando o ramo de atuação da mesma.

1.2 Problema

A indústria metalmeccânica vem se desenvolvendo continuamente ao longo dos anos. As empresas estão percebendo uma necessidade de modernização do parque fabril. Mas esta modernização não deve ser realizada somente sobre a perspectiva de compra de máquinas ferramentas de última tecnologia.

Para uma planta fabril ser considerada eficiente, ela precisa ter um fluxo contínuo de alimentação de matéria prima e saída de peças prontas para o próximo setor, podemos considerar como um setor de usinagem, montagem, solda ou até mesmo empresas terceirizadas.

Segundo a CNI (Confederação Nacional da Indústria), o Rio Grande do Sul é considerado um dos cinco estados com mais estabelecimentos industriais em 2020, representando 44.657 indústrias. Ainda segundo a CNI, a indústria gaúcha apresenta a segunda maior participação no emprego formal no mesmo ano, com 26,7%.

Segundo uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), mais de sete milhões de trabalhadores são terceirizados e quase 950 mil empresas são consideradas prestadoras de serviços.

Muitas vezes, a terceirização é o início de uma empresa de pequeno porte. Com o tempo, a mesma consegue se estabilizar economicamente e se organiza de tal maneira que possa ampliar seu ramo de atuação. Através de estudos e mudanças estruturais, pode-se reorganizar seu espaço físico, fabricando peças com mais qualidade, em menor tempo e possibilitando a compra de máquinas automatizadas.

Nesse contexto tem-se como Questão da Pesquisa: **é possível reorganizar o *layout* de uma empresa focada em processos de soldagem, aumentar a produção sem contratar mais funcionários e ainda ampliar seu ramo de atuação, com a compra de uma máquina de corte a laser?**

1.3 Justificativas

A progressão do processo de soldagem por arco elétrico representa um tema de considerável relevância na indústria metalmeccânica. Desde os estágios iniciais desse método, caracterizados pelo uso de hastes de carbono, até os dias atuais, marcados pela presença de robôs de solda, tem-se buscado aprimorar a qualidade na junção de peças. Essa melhoria qualitativa tem o propósito de eliminar retrabalhos decorrentes de quebras e deficiências na união. Vale ressaltar que, na maioria expressiva das empresas, o setor de soldagem é organizado em células, propiciando uma abordagem integrada e eficiente desse processo.

Para aperfeiçoar o controle de qualidade, as indústrias implementam o fluxo de produção no qual cada soldador opera em uma célula designada, recebendo conjuntos montados que exigem a união por soldagem. Essa abordagem otimizada visa garantir uma execução eficiente e precisa do processo, promovendo uma melhoria significativa na integridade das uniões soldadas.

Segundo Furtado *et al.* (1997), a reorganização do leiaute de facilidades precisa ser uma atividade constante em qualquer organização que pretenda ser competitiva e eficiente em sua área de atuação, devido principalmente à evolução tecnológica e que produz novas máquinas e equipamentos, tornando modelos e métodos obsoletos.

Peinado e Graeml (2007), nos dizem que as decisões de arranjo físico definem como a empresa vai produzir. O leiaute, ou arranjo físico é a parte mais visível e exposta de qualquer organização. A necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver promovendo a reformulação de planta industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento.

Em um estudo desenvolvido por Miyamoto e Maruo (1991), os autores analisaram características básicas do processo de corte a laser e fizeram um levantamento da taxa crescente de utilização ao longo dos anos do processo de corte a laser no ambiente de fabricação, em função da alta qualidade do mesmo com produtividade e flexibilidade.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral: reorganizar o leiaute de uma empresa de pequeno porte, juntamente com a análise de viabilidade na aquisição de uma máquina de corte laser.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são definidos como:

- Avaliar a situação atual do leiaute de produção, com o uso da simulação computacional;
- Propor uma reorganização das máquinas operatrizes para melhorar o fluxo de produção;
- Avaliar a viabilidade futura de implementação de uma máquina de corte a laser.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão de literatura do estudo, abrangendo os subcapítulos referente ao processo de soldagem, processo de corte laser, melhoria de produção, gestão de layout, manutenção industrial e viabilidade econômica.

2.1 O processo de soldagem

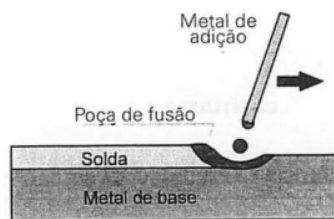
Como já mencionado nas considerações iniciais, segundo Brandli (1992), o processo de soldagem é considerado como a união entre duas partes metálicas, usando uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão.

Modenesi e Marques (2000) citam que algumas definições de soldagem como:

- a) “Processo de junção de metais por fusão”, mas deve-se ressaltar que não só metais são soldáveis e que é possível soldar metais sem fusão;
- b) “Operação que visa obter a união de duas ou mais peças, assegurando, na junta soldada, a continuidade de propriedades físicas, químicas e metalúrgicas”;
- c) “Operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição” (Definição adotada pela *American Welding Society (AWS)* – Sociedade Americana de Soldagem);
- d) “Processo de união de materiais baseado no estabelecimento, na região de contato entre os materiais sendo unidos, de forças de ligação química de natureza similar às atuantes no interior dos próprios materiais”.

Segundo Pimenta Filho (2018), algumas terminologias são recorrentes quando se trata de soldagem. Com a união dos dois materiais, o resultado obtido é a solda. O metal desejado a ser aplicado na soldagem é o metal-base. É comum em vários processos de soldagem, a deposição de material adicional para realizar o processo, este é chamado de metal de adição. Por fim a região onde ocorre a fusão entre o metal de adição e o metal base, é denominada de poça de fusão, conforme a Figura 1.

Figura 1: Exemplificação da terminologia de processos de soldagem



Fonte: Villani, Modenese e Bracarense (2011, p. 30).

2.2 Processo de Corte a Laser

A sigla LASER provém de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* e é constituída por uma luz de alta intensidade com características especiais, que irá resultar em um processo de emissão estimulada (VILAS, 2013).

Atualmente, existem vários tipos de laser no mercado, onde alguns aspectos são comuns a todas, mesmo com características diferentes. Segundo Vilas (2013), existem tipos de laser em estado líquido, sólido e gasoso. Dentro destes grupos, os mais utilizados atualmente na indústria são CO₂; Nd: YAG e Tb:YAG. Ainda segundo o autor, esta tecnologia é utilizada em vários tipos de aplicações como na gravação de imagens em peças, instrumentação, medicina e na indústria metalomecânica.

Segundo Faro (2006), a tecnologia a laser teve seu início em meados dos anos 70 e desde aquela década vem tendo um desenvolvimento baseado em três vertentes fundamentais:

- 1) Desenvolvimento de máquinas mais potentes e com melhores feixes;
- 2) Melhor compreensão dos processos de transformação de material;
- 3) Aumento da produtividade dos equipamentos através de sistemas de movimentação e controle.

Vilas (2013) ainda destaca que a seleção de um equipamento deve ter em conta alguns fatores como:

- a) Potência Máxima Requerida;
- b) Diâmetro do feixe;
- c) Modo eletromagnético;
- d) Simetria e estabilidade do feixe
- e) Comprimento de onda da radiação emitida.

Grilo (2018), demonstra em seu trabalho uma reorganização de layout sobre um estudo de caso para melhoria de processo, onde obteve-se uma melhoria significativa de produção, reutilizando os retalhos dos materiais. O autor recomenda que empresas do mesmo ramo se utilizem do recurso de cadeia de valor, a fim de mensurar as perdas e ganhos com o processo de corte a laser.

A melhoria no processo de corte a laser deve ser contínua. Abreu (2021) cita que a posição focal é o parâmetro que mais afeta a largura da fenda, uma vez que define a área do feixe à superfície do tubo. O autor cita que na maioria dos casos, o ato de posicionar o foco sobre a superfície do tubo, fez com que se minimizasse a largura da fenda. Para materiais com uma espessura maior, são necessárias fendas mais largas, para aumentar a eficácia da expulsão do material fundido. A Tabela 1 exemplifica um comparativo entre os processos de corte de materiais metálicos.

Tabela 1 – Comparação entre processos de materiais metálicos

	Processos térmicos			Processo mecânico
	Corte a Laser	Corte por plasma	Oxicorte	Corte a jato de água
Espessura máxima [mm]	30	50	300	150 (não metais) 25 (metais)
Largura de Fenda [mm]	0.1-1.0	> 1	> 2	0.7-2.5
Largura da ZTA [mm]	0.05	> 0.4	> 0.6	0
Rugosidade (Ra) [µm]	1-10	Elevada	Elevada	2-6.5
Materiais	Todos	Metais	Metais	Todos
Energia Fornecida (relativa)	Baixa	Baixa	Elevada	Média
Custo (relativo)	1	0.1	0.01	1
Produtividade (relativa)	Alta	Média	Baixa	Média-Baixa
Superfície de corte	Estrias cíclicas, escória aderente, alterações metalúrgicas	Estrias cíclicas, aresta em chanfro, rugosa, escória aderente, alterações metalúrgicas	Rugosa, baixa perpendicularidade da fenda, escória aderente, alterações metalúrgicas	Rugosa, estrias cíclicas, livre de tensões térmicas
Vantagens	Preciso, muito veloz, flexível, fendas reduzidas, baixo custo de operação	Baixo custo do equipamento, veloz, fácil de operar	Compacto, fácil de operar, baixo custo do equipamento, corte de espessuras elevadas	Inexistência de ZTA, sem camada solidificada, sem escória aderente e sem fumos
Desvantagens	Elevado custo do equipamento, limitação de espessura, fumos	Elevado custo de consumíveis, fendas e ZTA largas, baixa precisão, distorção térmica do material	Lento, fendas e ZTA largas, precisão muito baixa, elevada distorção térmica do material	Elevado custo de operação, relativamente lento, fendas moderadas, consumíveis

Fonte: Adaptado de (Abreu, 2021).

Analisando a Tabela 1, observa-se a linha da produtividade, onde o corte a laser apresenta uma produtividade alta. O corte por plasma é considerado com uma produtividade mediana. O processo de oxicorte apresenta uma produtividade baixa. Dentre os quatro processos demonstrados na Tabela 1, o corte a jato de água apresenta produtividade média-baixa. Conforme o autor organiza as informações na Tabela 1, são considerados processos térmicos o corte a laser, o corte por plasma e o oxicorte. Referente ao processo mecânico, o autor exemplifica o corte a jato de água.

2.3 Processo de melhoria da produção

Segundo o site do Sistema FIEP – SENAI/PR, a área da metalmeccânica é vista como estratégica para a indústria porque quase todas as outras áreas do setor produtivo dependem dela. As empresas desse ramo transformam metais como ferro ou alumínio nos mais diversos tipos de produtos: máquinas, estruturas metálicas, tubulações, matrizes. Além disso, fazem a instalação e a manutenção de máquinas e equipamentos industriais.

O processo de produção existente em várias empresas, tem “o quadro de pessoal à base da produção. Então a qualidade total da empresa está diretamente dependente do nível geral da especialização de seus funcionários”. (ARAÚJO, 2005, p. 98). Assim, todas as organizações interagem e conseqüentemente estabelecem relações que permitem produzir mais, e melhor, a custo menor.

Outra consideração válida é a definição de sistema de produção. Para Berdegú e Larraín (1987), um sistema de produção pode ser entendido como um conjunto de atividades que um grupo humano – no caso, os funcionários – organiza, dirige e realiza, tendo por base seus objetivos, cultura e recursos.

2.4 Gestão de layout

Porter (1985), cita que para a obtenção de uma vantagem competitiva, exige-se que a cadeia de valor de uma empresa seja gerida como um sistema e não como um grupo de partes separadas. A cadeia de valor pode ser dividida em dois grupos – as atividades primárias e as atividades de apoio. As atividades primárias como as que estão relacionadas com a produção, comercialização, entrega e assistência ao produto.

As atividades que proporcionam a aquisição de *inputs*, tecnologia, recursos humanos ou funções de infra-estrutura são conhecidas como as atividades de apoio e que tem por objetivo suportar e apoiar as atividades primárias (PORTER, 1985).

Para Stevenson (2001), o arranjo de um *layout* é importante por três razões básicas (1) requerem investimento (2) envolvem compromissos de longo prazo e (3) possuem um impacto significativo no custo e na eficiência das operações do curto prazo. A definição do *layout* pode ser apoiada baseada em métodos quantitativos; é possível encontrar a melhor organização para o armazém em que sejam minimizadas as distâncias percorridas bem como o custo associado a essas mesmas distâncias.

Ballou (2004) cita que o principal objetivo do planejamento da localização dos produtos e insumos é minimizar o custo total de manuseamento, isto é, minimizar a distância total percorrida durante a busca de materiais ou insumos, ou no despacho de mercadorias recém-fabricadas.

Segundo Trueva (2011), o *layout* precisa seguir o critério da compatibilidade, significa que os produtos são considerados compatíveis se não existir nenhuma restrição sobre a proximidade da sua localização. A autora cita como exemplos os pneus que não são compatíveis com os alimentos, e a gasolina não é compatível com cilindros de oxigênio, logo não devem ser armazenados perto uns dos outros.

O *layout* por rotação admite que os produtos têm diferentes taxas de rotação em um armazém. O propósito deste critério passa por minimizar os custos de manuseamento de materiais pela localização dos produtos de rápida rotação perto das zonas de saída e os produtos de rotação mais lentos na retaguarda destas zonas. O *layout* por volume tem em conta a dimensão do produto, ou seja, os produtos de maior dimensão devem ser armazenados o mais próximo possível da zona de saída (TRUEVA, 2011).

Conforme Meirelles (2006), a característica de fluxo reflete fundamentalmente as propriedades de simultaneidade e de continuidade do processo de prestação de um serviço. O processo só é disparado quando há a solicitação do usuário, de modo que o serviço acontece sob a forma de fluxo, um fluxo de trabalho contínuo no tempo e no espaço.

Rosa e Mazzon (2003) citam que a eficiência operacional pode ser entendida como a melhor maneira de se efetuar uma determinada atividade consumindo-se o mínimo necessário de recursos para obter o resultado esperado e pode ser expressa pela razão entre o somatório de *outputs* produzidos e o somatório de *inputs* consumidos, ponderados e referentes a cada uma das unidades de análise.

2.5 Manutenção Industrial

Segundo Otani e Machado (2008), a manutenção, com função estratégica nas organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção.

Dados estatísticos do Congresso Brasileiro de Manutenção (2003), o Brasil tem custo de manutenção por faturamento bruto de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto) contra a média mundial de 4,1%, isso significa que para um PIB de US\$ 451 bilhões – cerca de 19 bilhões de dólares são gastos em manutenção.

Xavier (2005), cita os tipos de manutenção, baseado à norma ABNT-NBR 5462-1994:

a) Manutenção corretiva é a atuação para uma correção de falha ou de desempenho menor que o esperado. Pode ser dividida em duas fases:

- 1) Manutenção corretiva não planejada – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior;
- 2) Manutenção corretiva planejada – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer a falha.

b) Manutenção preventiva – é a atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. De acordo com Xavier (2005) um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo;

c) Manutenção preditiva – é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção. Segundo Xavier (2005) quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizado, está sendo feita uma Manutenção Corretiva Planejada;

d) Manutenção detectiva – é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando a detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em

um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra em operação, prejudicando o suporte a vida de alguns pacientes.

2.6 Análise de Viabilidade Econômica

Conforme Lizote *et al.* (2014), uma decisão pode ser definida como uma opção que alguém faz dentre várias alternativas possíveis, utilizando o meio que entende ser o mais viável para alcançar determinado objetivo. A autora ainda cita que, diante do cenário atual, em função da globalização e de constantes alterações que implicam em uma acirrada concorrência empresarial, a gestão de investimentos é decisiva para o seguimento e sobrevivência das organizações.

Segundo Lima Jr. e Aldatz (2013), diante da incerteza dos cenários futuros que permeia as escolhas de investimentos, a análise de decisão busca compreender alternativas complexas considerando riscos e incertezas.

Quando gestores de uma organização pensam em investir em equipamentos, ampliar o estabelecimento ou, até mesmo reduzir os custos, necessitam efetuar uma análise de investimento, para não realizar ações equivocadas que possam prejudicar o andamento da empresa no futuro (WERNKE, 2000).

Paixão, Bruni e Marback (2004) citam que a alternativa para efetuar uma análise adequada é atentar-se para os reflexos com relação a outros investimentos. Assim, para uma análise de viabilidade econômica eficiente, deve-se analisar as características do projeto. Após esta análise, escolhe-se o tipo de indicador de viabilidade econômico-financeira que possa ser utilizado.

Neste estudo, que objetiva analisar a viabilidade de implementação de uma máquina de corte a laser serão analisados os conceitos de *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno, índice de lucratividade e o valor anual uniforme equivalente.

2.6.1 *Payback* Descontado

Brigham e Ehrhardt (2012) citam o *payback* descontado como um método de análise, capaz de evidenciar o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial. Este método, de acordo com os autores, considera o valor do dinheiro no tempo, pois, utiliza uma

taxa de desconto para verificar o número exato de períodos, em que a implementação do equipamento, irá recuperar o valor inicial que foi investido.

Normalmente, essa taxa de desconto usada é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), a qual é determinada pelo próprio investidor como um parâmetro para remuneração de seu capital.

2.6.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Souza (2003) cita que o valor presente líquido (VPL) corresponde à diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento inicial. Neste mesmo sentido, Gitman (2001) afirma que o valor presente líquido é uma técnica de orçamento sofisticada, pois seu valor é determinado subtraindo-se do valor inicial de um projeto, o valor presente das entradas líquidas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo do capital da empresa (LEMES, RIGO e CHEROBIM, 2002).

Para Brasil (2002), o critério do VPL fornece uma indicação a respeito do potencial de criação de valor de um investimento. Desta forma, o valor presente líquido é uma medida de quanto maior é o valor é criado ou adicionado hoje, realizando determinado investimento.

Lemes Júnior, Cherobim e Rigo (2002) abordam que o valor presente líquido para a tomada de decisões, facilita o alcance do principal objetivo do administrador financeiro, que é o de maximizar a riqueza do acionista ou do proprietário.

2.6.3 Índice de Lucratividade (IL)

É considerada uma variante do valor presente líquido que determina os resultados encontrados por este método em forma de índice, considerando o fluxo de caixa descontado. De acordo com Braga (1995), este índice serve como uma medida do retorno esperado por unidade monetária investida.

Quando o Índice de Lucratividade for maior ou igual a 1, indica que a proposta deverá fornecer benefícios monetários superiores ou igual as saídas líquidas de caixa, tudo isso expresso em moeda do mesmo instante ou momento. Quando o Índice de Lucratividade é menor do que 1, a proposta não é economicamente viável.

2.6.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) de um investimento é a taxa exigida de retorno que, quando utilizada como taxa de desconto, resulta em um valor presente líquido igual a zero. (LACHTERMACHER *et. al.*, 2018).

Com a TIR, determina-se uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto. Essa taxa é dita interna, no sentido de que depende somente dos fluxos de caixa de certo investimento e não de taxas oferecidas em algum outro lugar (LEMES JÚNIOR, RIGO e CHEROBIM, 2002).

Desta forma, a TIR representa uma taxa de juros para a qual o valor presente das entradas de caixa resultantes da implementação dos equipamentos iguale o valor presente dos desembolsos de implementação da mesma. Caracteriza, desta forma, a taxa de remuneração do capital investido.

2.6.5 Valor Anual Uniforme Equivalente

Consiste em mais um método para analisar as propostas de investimentos de recursos. O Valor Anual Uniforme Equivalente também é denominado de VAUE. Para Kassai *et al.* (2005), este método consiste em obter um valor médio periódico dos fluxos de caixa positivos e compará-lo com o valor médio dos fluxos de caixa negativos.

3 MÉTODO DO TRABALHO

Este capítulo apresenta a descrição do objeto de estudo, o procedimento metodológico e o cronograma de execução do trabalho.

3.1 Descrição do objeto de estudo

Foi desenvolvido o trabalho de estudo de movimentos e organização fabril em uma empresa do ramo metalomecânico, situada no município de Não-Me-Toque, no norte do Rio Grande do Sul. Esta empresa presta, exclusivamente, serviços de solda em conjuntos mecânicos aplicáveis no ramo agrícola, mais precisamente soldando partes e componentes de pulverizadores autopropelidos, carretas agrícolas, subsoladores para limpeza do solo, plataformas para colheitadeiras, semeadeiras e plantadeiras.

A empresa em estudo é considerada de pequeno porte e está instalada no distrito industrial do município. Possui um sócio majoritário, e atualmente a empresa possui nove funcionários, sendo destes, oito soldadores e um gerente de produção. O gerente de produção é o responsável por organizar as demandas e direcionar o fluxo de produção, conforme as ordens do dono da empresa.

Com a reorganização do leiaute, se busca não apenas reduzir retrabalhos e aprimorar a qualidade do produto final, mas também estabelecer as bases para a futura implementação de uma máquina de corte a laser. Isso abrirá oportunidades para expandir o escopo de atuação da empresa, permitindo a oferta não apenas de serviços de solda, mas também de serviços de corte para empresas em toda a região norte do Rio Grande do Sul.

3.2 Procedimento metodológico

A natureza da pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com a finalidade de torná-lo mais explícito. O intuito é entender profundamente a questão em análise, possibilitando uma abordagem mais clara e abrangente. A pesquisa visa, assim, estabelecer uma base sólida para a compreensão do problema em estudo, destacando sua importância e complexidade.

A metodologia adotada para este estudo é quali-quantitativa, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. Os dados qualitativos foram capturados por meio de observações detalhadas e diagramas de movimentação, enquanto os aspectos quantitativos abrangem a mensuração dos tempos de produção e movimentação, além da análise de viabilidade. Essa abordagem multifacetada visa proporcionar uma compreensão abrangente e detalhada dos processos em estudo.

A pesquisa foi delimitada a um estudo de caso, concentrando-se exclusivamente em uma empresa de pequeno porte localizada na região norte do estado do Rio Grande do Sul. Essa escolha visa proporcionar uma análise aprofundada e contextualizada dos fenômenos em questão, dentro do contexto específico dessa organização.

O processo de produção envolve diferentes etapas. Segundo Francischini (2010), o objetivo do estudo dos tempos e movimentos é a determinação do tempo normal e do tempo padrão na realização de uma dada tarefa. Segundo o autor, é possível definir o tempo normal como sendo o tempo necessário para que uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, realize uma tarefa específica. Tempo padrão é o tempo normal acrescido das tolerâncias pertinentes à aquela tarefa específica.

Portanto, num primeiro momento, foi realizada a análise dos movimentos de alguns funcionários, utilizando ferramentas como o diagrama espaguete. Segundo Sule (2008), esse diagrama é usado para exibir ou esboçar o processo de movimentação existente e, em seguida, observar quaisquer melhorias possíveis no fluxo envolvido. O diagrama é feito através do traçado de linhas ligando um ponto ao outro e, por meio desse, pode-se rastrear o caminho de movimento de equipamentos, trabalhadores, materiais, entre outros.

Foi realizada uma análise de valor agregado, para identificar quanto tempo o funcionário está desenvolvendo uma atividade e se a mesma vai agregar valor ao processo produtivo. Oliveira (2003), descreve que esta análise pode ser suficiente onde os processos já são bem conhecidos e controlados, não há interferências externas ou ainda quando se tem pleno domínio e visão sobre todo o conjunto (projetos pequenos e simples).

As análises e medições foram realizadas em três momentos distintos, dentro de um prazo de trinta dias, para que fosse possível tabular os dados e analisar qual a melhor estratégia a ser adotada como melhoria.

Portanto, somente após as análises e medições, serão implementadas melhorias superficiais no processo. Estas melhorias visam principalmente: uma reorganização do fluxo

de entrada de matéria prima e saída do produto acabado, uma nova estruturação do *layout* da empresa, onde o funcionário não precise se movimentar em excesso para buscar materiais e insumos para seu trabalho.

Ao final desta implementação, será realizada novamente uma análise para colher os resultados parciais e identificar alguma melhoria pendente. Caso sejam encontrados pontos a serem ajustados, será feito novamente uma análise, observando aqueles pontos que necessitam de intervenção. Todos os processos serão analisados e considerados com o objetivo melhorar o processo produtivo e verificar a viabilidade do layout fabril para a implementação da máquina de corte a laser a ser adquirida no futuro.

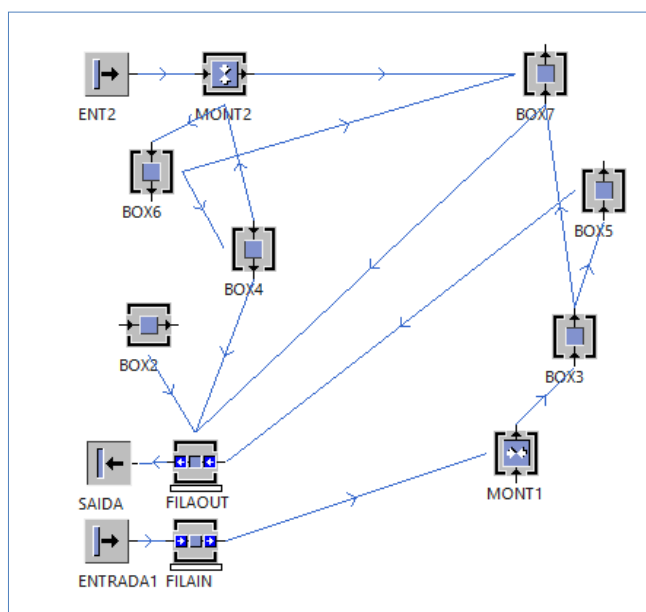
Para facilitar a mensuração dos tempos e movimentos, foi utilizado o recurso de simulação computacional, através do software *Plant Simulation*.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Cenário Atual

Em uma análise inicial, pode-se observar que diversos processos se cruzam durante as movimentações. A Figura 3 apresenta o layout atual e dos processos de produção existentes.

Figura 3 – Layout da indústria em estudo



Fonte: Do Autor (2023).

Analisando a Figura 3, observa-se que a empresa dispõe de duas entradas de materiais. Após a chegada do material, o mesmo é levado até os ambientes de montagem, onde também se observa a presença de dois postos de montagem.

4.2 Análise do fluxo de produção atual

O ingresso de materiais, seja na entrada 1 ou na entrada 2, varia de acordo com a disponibilidade de funcionários para realizar a montagem ou ainda, da percepção do gerente de produção no momento do descarregamento do caminhão.

Em ambas as entradas, o próximo processo a ser realizado é a montagem dos componentes para o processo de pontear. Foi constatado que a montagem tem um tempo de

aproximadamente 10 a 15 minutos, dependendo da complexidade do conjunto soldado. Após a montagem, o processo de pontear leva em torno de 5 a 10 minutos, também dependendo da complexidade do componente.

Após o ponteamto – caracterizado por pequenos pontos de solda para uma breve fixação de componentes antes de receber o cordão de solda – as peças são direcionadas para os boxes de soldagem. Se observa no *layout* (ver Figura 3), as peças não são direcionadas exclusivamente para o box ao lado, seguindo um fluxo de produção adequado. Esta movimentação leva em torno de 5 a 10 minutos.

Estas mudanças de fluxo de produção levam em consideração a disponibilidade do soldador, da sua capacidade de produção e até mesmo da sua experiência em soldar determinado componente. Analisando o *layout*, o box de número 6 fornece conjuntos para os boxes 4 e 7, em diferentes momentos. Em um cenário onde se adota um fluxo de produção, o box 3 fornece conjuntos para os boxes 5 e 7, nos quais os produtos finalizados são enviados para a saída do processo produtivo.

Pode-se citar que determinados conjuntos soldados são pré-produzidos no box 4 e são novamente encaminhados para o setor de montagem de número 2. Finalizado o processo de montagem neste posto de trabalho, as peças são deslocadas para o box 7 para a realização da solda final e finalização do conjunto soldado.

Estes processos de soldagem final levam em torno de 20 a 30 minutos, dependendo da complexidade do conjunto a ser soldado.

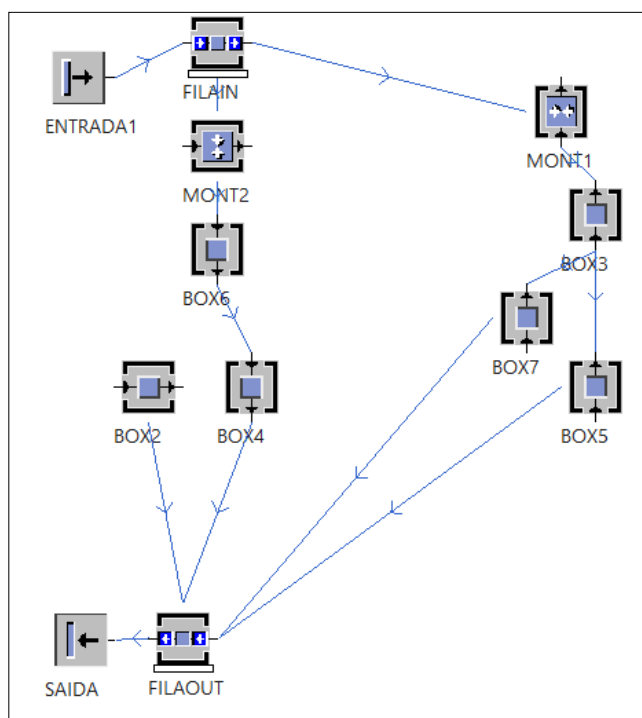
Com estes fluxos se entrelaçando e o fluxo de produção dependendo da percepção de uma única pessoa, faz-se necessária a padronização e reorganização dos processos de produção, para então simular a viabilidade de implementação de uma máquina de corte a laser.

4.3 Resultados obtidos com a mudança de layout

Se observa no *layout* (ver Figura 2), as peças não são direcionadas exclusivamente para o box ao lado, seguindo um fluxo de produção adequado. Esta movimentação leva em torno de 5 a 10 minutos. As alterações de fluxo entre os processos, buscou diminuir esta movimentação e o conseqüente cruzamento de processos.

Com a mudança de processos, alterando a entrada de materiais e insumos e seguindo um fluxo contínuo de produção, o *layout* da empresa ficou conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Layout da indústria após implementação de melhoria.



Fonte: Do Autor (2024).

Comparando os arranjos físicos das Figuras 1 e 2, notou-se uma melhoria significativa nos processos. Estas melhorias estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tempos aferidos após a mudança na entrada e saída de materiais.

Processo	Tempo (antes da intervenção)	Tempo (depois da intervenção)
Montagem dos componentes	10 a 15 minutos	7 a 12 minutos
Processo de pontear	5 a 10 minutos	3 a 7 minutos
Movimentação para os boxes de soldagem	5 a 10 minutos	2 a 5 minutos
Soldagem final	20 a 30 minutos	15 a 25 minutos

Fonte: do Autor (2024)

Observando a Tabela 1 nota-se uma diminuição nos tempos ponteamento e de movimentação para os boxes. Isso se dá em função do processo de ponteamento, antes realizado em diferentes boxes e agora segue um fluxo contínuo de produção. Da mesma maneira que as movimentações dentro da fábrica diminuíram, uma vez que um fluxo ordenado, de modo contínuo, diminuiu o tempo em que os funcionários se deslocam entre os postos de trabalho para levar peças e conjuntos ponteados.

Utilizando o maior tempo empregado em cada processo, esta redução pode ser expressa em porcentagem de redução dos tempos, através da Equação (1).

$$\text{Porcentagem de Redução} = \left(\frac{\text{Tempo Antigo} - \text{Tempo Novo}}{\text{Tempo Antigo}} \right) \times 100$$

Ao aplicar a Equação (1) nos processos, tem-se os percentuais de redução calculados a seguir:

- a) Montagem de componentes:

$$\text{Porcentagem de Redução} = \left(\frac{15 - 12}{15} \right) \times 100 \approx 20\%$$

- b) Processo de Pontear:

$$\text{Porcentagem de Redução} = \left(\frac{10 - 7}{10} \right) \times 100 = 30\%$$

- c) Movimentação para os boxes de soldagem:

$$\text{Porcentagem de Redução} = \left(\frac{10 - 5}{15} \right) \times 100 = 50\%$$

- d) Soldagem Final:

$$\text{Porcentagem de Redução} = \left(\frac{30 - 25}{30} \right) \times 100 = 16,67\%$$

Portanto, as porcentagens de redução para cada processo são de aproximadamente:

- a) Montagem de Componentes: 20%
- b) Processo de Pontear: 30%
- c) Movimentação para os boxes de soldagem: 50%
- d) Soldagem Final: 16,67%

4.4 Implementação de uma máquina de corte a laser

Elaborada a proposta de mudança no layout, com uso da simulação computacional e com a redução nos tempos de produção, percebe-se a possibilidade de ampliação da capacidade operacional da empresa.

Propõem-se a implementação de uma máquina de corte a laser com potência de 6000W de fibra ótica, com kit próprio de secador acrescido de compressor para cortar com ar comprimido, apresenta na Figura 3, a seguir.

O equipamento de corte laser possui capacidade de trabalho em uma mesa de trabalho com medidas de 3000mm X 1500mm, suportando o corte de chapas com espessura de até 20mm, com um avanço máximo de corte em 120 metros por minuto. Conforme orçamento repassado pela empresa vendedora, o valor de compra ficaria em torno de USD 17.000,00. Valor este explicado em função da mão-de-obra mais barata utilizada da fabricação da máquina, visto que a mesma tem origem chinesa.

Figura 3 – Layout da indústria após implementação de melhoria



Fonte: Do Autor (2024).

4.4.1 Análise de Viabilidade Econômica

Após o levantamento das informações junto a gerência da empresa, foram realizados os cálculos da análise de viabilidade econômica do investimento em uma máquina de corte a laser.

Em um primeiro momento, foi elencado o valor do custo do investimento e a possibilidade de ampliação do portfólio da empresa. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi definida em conjunto com a gerência, em 5% ao ano. Esta taxa representa a remuneração mínima que a empresa em estudo pretende ganhar, além do prazo de 1 ano para o fluxo de caixa.

Como é uma implementação inicial, não se tem algo para comparar quando estamos falando de ganhos possíveis com a máquina de corte a laser.

Levando em consideração as informações enviadas pelo fabricante e conforme o custo da kW por hora de utilização da máquina, chegou-se a um valor aproximado de 5 USD/h de custo. Baseado também no cenário atual, onde a empresa está instalada e a oferta de máquinas dispondo deste mesmo serviço. Em conversa com a direção, optou-se por adotar o valor de 10 USD/h.

Como a empresa em análise adotou turnos de trabalho de 8 horas diárias, faz-se o seguinte cálculo:

$$10 \frac{USD}{h} \times 8h \text{ trabalhadas} = 80 \frac{USD}{dia}$$

Com um lucro de 80 dólares por dia, multiplicado por, numa média de 25 dias de trabalho, terá no final do mês um lucro aproximado de 2.000 dólares.

Conforme a cotação atual (maio/2024) do dólar, o empreendimento terá o valor de lucro mensal com uso da máquina de corte a laser, estimado em:

$$USD 2.000,00 \times R\$ 5,10 = \mathbf{R\$ 10.200,00}$$

Com base no que foi demonstrado, a relação de dados para o investimento podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação de Dados de Investimento

Investimento	R\$90.000,00
Tempo de Retorno	1 ano
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	5%
Ganhos mensais (aproximadamente)	R\$10.200,00

Fonte: do Autor (2024).

Foi estabelecido o fluxo de caixa para o período de um ano (12 meses), conforme visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Fluxo de Caixa

Mês	Fluxo de Caixa
0	- R\$ 90.000,00
1	R\$ 10.200,00
2	R\$ 10.200,00
3	R\$ 10.200,00
4	R\$ 10.200,00
5	R\$ 10.200,00

6	R\$ 10.200,00
7	R\$ 10.200,00
8	R\$ 10.200,00
9	R\$ 10.200,00
10	R\$ 10.200,00
11	R\$ 10.200,00
12	R\$ 10.200,00

Fonte: do Autor (2024)

Analisando o fluxo de caixa, é possível calcular o Valor Presente Líquido correspondente ao período estimado, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valor Presente Líquido

Mês	Fluxo de Caixa
0	- R\$ 90.000,00
1	R\$ 10.200,00
2	R\$ 10.200,00
3	R\$ 10.200,00
4	R\$ 10.200,00
5	R\$ 10.200,00
6	R\$ 10.200,00
7	R\$ 10.200,00
8	R\$ 10.200,00
9	R\$ 10.200,00
10	R\$ 10.200,00
11	R\$ 10.200,00
12	R\$ 10.200,00
VPL	R\$ 405,17

Fonte: do Autor (2024)

Em auxílio com o software Excel, ao final do período de 12 meses se obteve um Valor Presente Líquido igual a R\$ 405,17. Foi considerada uma TMA de 5% ao ano.

Por último foi efetuado o cálculo do Valor Presente Acumulado até o final do período, o qual está demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Valor Presente Acumulado

Mês	Fluxo de Caixa
0	- R\$ 90.000,00
1	- R\$ 79.800,00
2	- R\$ 69.600,00
3	- R\$ 59.400,00
4	- R\$ 49.200,00
5	- R\$ 39.000,00
6	- R\$ 28.800,00
7	- R\$ 18.600,00
8	- R\$ 8.400,00
9	R\$ 1.800,00
10	R\$ 12.000,00
11	R\$ 22.200,00
12	R\$ 32.400,00

Fonte: do Autor (2024)

4.4.2 Análise dos Resultados Obtidos

A análise de viabilidade, mesmo que com uma estimativa de faturamento mensal, apontou que a máquina de corte a laser seria economicamente viável, com um payback de 9 meses, apresentando um lucro de aproximadamente R\$ 1.800,00. Ao final do período de doze meses, foi possível verificar um valor positivo igual a R\$ 32.400,00.

Tendo como base a Taxa Máxima de Atratividade (TMA), o projeto de implementação é rentável a uma taxa de 5%. Tendo como auxílio o software Excel, a Taxa Interna de Retorno (TIR) ficou estimada em 5,079% ao ano.

4.4.3 Vantagens e Desvantagens da Implementação

4.4.3.1 Vantagens

Após analisar a viabilidade econômica da implementação de uma máquina de corte a laser, chega-se a conclusão de que o investimento é viável considerando os cálculos realizados.

Além de viável economicamente, podemos citar a ampliação do portfólio de serviços ofertados pela empresa, aumentando o número de clientes atendidos em toda a região. Pode-se destacar também os ganhos com logística, pois além dos serviços de solda para uma empresa X, pode-se ofertar o serviço de corte a laser e serem enviados na mesma carga.

Devido a mão-de-obra mais barata durante a construção, o custo de compra da máquina também é uma vantagem, visto que máquinas com as mesmas condições de trabalho e provenientes de empresas nacionais, possuem um custo mais elevado pela importação de alguns componentes.

4.4.3.2 Desvantagens

Pode-se destacar como desvantagens, o investimento em capacitação técnica de operadores e programadores, além de treinar técnicos de manutenção para realizarem manutenções preventivas e corretivas.

Haverá um aumento de despesas com insumos, visto que um equipamento novo na planta fabril necessita de consumíveis específicos e um aumento significativo no consumo de energia elétrica para atender a demanda do novo equipamento.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusões do trabalho

Com o avanço da tecnologia e necessidade de se manter competitivo ao mercado de trabalho, motiva empresas de pequeno porte a ampliar o seu portfólio de produção para atender uma demanda crescente. O processo de produção que não segue um fluxo ordenado está fadado ao fracasso, mesmo que ele seja lento e demore a apresentar falhas.

Pode-se observar, através de coletas de dados e visitas técnicas, que o processo de produção em análise necessitou de intervenção para a reorganização do *layout* e melhoria dos processos, unindo o processo de montagem com o processo de ponteamto, otimizando a produção.

O estudo de caso demonstrou que, através de uma mudança simples e mesmo que virtual, empregando um fluxo contínuo de produção, obteve-se uma redução de 50% nas movimentações entre os boxes de soldagem.

Notou-se também uma redução no processo de ponteamto e no processo de montagem, com reduções de 30% e 20%, respectivamente. Pelo processo de soldagem final ser de extrema importância e atenção do soldador, foi o processo que teve a menor redução, com 16,67%.

Com estas reduções, projetos futuros de expansão e aplicando o estudo análise de viabilidade econômica nota-se que a empresa comportaria a implementação de uma máquina de corte a laser, podendo ampliar o ramo de atividade da empresa. A nova máquina de corte a laser seria economicamente viável a partir do nono mês e já apresentando um lucro de mais de um terço do valor de compra ao final do período de doze meses.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Sugere-se como um próximo estudo uma análise do mercado futuro, para se possível ampliar a quantidade de máquinas, bem como o aumento da potência em novos equipamentos que poderão ser adquiridos. Sugere-se também estudos com o foco na automatização do sistema de produção, implementando alguns pilares da indústria 4.0, facilitando o monitoramento do fluxo de produção e as entregas de cada célula de produção.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, P. A. M. Corte a laser de tubos: Estudo do processo e metodologia de parametrização em função dos materiais a cortar e forma dos tubos. 2021.

ARAÚJO, M. Fundamentos do Agronegócio. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

BALLOU, R. **Business logistics - supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain**. New Jersey: Pearson Education International. 2004.

BERDEGUÉ, J. et al. Cómo trabajan los campesinos. I. Una propuesta metodológica. 1987.

BRASIL, H. G.; **Avaliação Moderna de Investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

BRIGHAM, E. F. & EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. 13ª. Edição. São Paulo: Thomson Learning, 2012.

COELHO, J. P. C. et al. **Agricultura de precisão**. Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2009.

CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO. A situação da manutenção no Brasil: Abraman – Associação Brasileira de Manutenção, 18º, Porto Alegre, 2003.

FARO, T. M. C. C. de B. e. 2006. **Estudo e otimização do corte laser de alta velocidade em chapa metálica fina**. Porto: [s. n.].

FIERGS. Disponível em: <https://www.fiergs.org.br/noticia/gestao-de-terceiros-e-debatida-na-fiergs>. Acessado em: 20/09/2023.

FRANCISCHINI, P. G. **Estudo de tempos**. Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. ed, v. 3, p. 121-130, 2010.

FURTADO, J. C.; LORENA, L. A. N. **Otimização em Problemas de leiaute**. In: XX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional e 2ª Oficina Nacional de PCE. 1997. p. 129-146.

GERLACH, G. Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte. Trabalho Final De Curso Engenharia de Produção. FAHOR, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013.

GITMAN, L. J. **Princípios da administração financeira**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GRILO, A. T. S. **Técnicas de melhoria contínua aplicadas a uma secção de corte laser**. Universidade de Coimbra. Dissertação de Mestrado. 2018.

KASSAI, J.R. et al. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

LACHTERMACHER, G. et al. **Matemática financeira**. Editora FGV, 2018.

LEMES JUNIOR, A. B.; CHEROBIM, A. P.; RIGO, C. M.; **Administração Financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. 5 reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LIMA JR. M. P.; ALDATZ, R. J. **Análise de investimento do segmento de transporte em condições de incerteza e risco**. Revista Ambiente Contábil, v. 5. n. 1, 2013.

LIZOTE, S. A. et al. Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. **Artigo Científico, XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2014.**

MEIRELLES, D. S. O conceito de serviço. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 26, p. 119-136, 2006.

MIYAMOTO, I., MARUO, H., Mechanism of laser cutting, *Welding in the World, Le Soudage Dans Le Monde*, v.29, n.9-10, 1991, p.283-294

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V. **Soldagem e introdução aos processos de soldagem**. Belo Horizonte, 2000.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: Fundamentos e Tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

OLIVEIRA, R. C. F. D.. Gerenciamento de projetos e a aplicação da análise de valor agregado em grandes projetos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2003.

PAIXÃO, R. B.; BRUNI, A. L.; MARBACK, H. Aperfeiçoando decisões de investimento com o Crystal Ball. In: Anais 1º Encontro Norte Nordeste de Finanças, Recife, 2004.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. Operações industriais e de serviços. Unicenp, p. 201-202, 2007.

PIMENTA FILHO, E. F. Influência dos parâmetros de soldagem na soldagem com arame tubular 410NiMo. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria-para-os-estados/#:~:text=Santa%20Catarina%20%C3%A9%20o%20estado,pa%C3%ADs%3A%20mais%20de%20120%20mil>. Acessado em: 20/09/2023.

PORTER, M. E. *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction*. NY: The Free Press. 1985

ROSA, F.; MAZZON, J. A. Análise de eficiência operacional, mercadológica e de resultados baseada no conceito de cadeia de serviços-lucro. In: XXVII Enanpad, Atibaia. v. 1. P. 346-347, 2003.

SENAI/PR – SISTEMA FIEP. **Como funciona a área da metalmecânica?** Disponível em: <https://www.senaipr.org.br/como-funciona-a-area-de-metalmecanica-2-31193-366455.shtml#:~:text=A%20%C3%A1rea%20da%20metalmec%C3%A2nica%20%C3%A9,estruturas%20met%C3%A1licas%2C%20tubula%C3%A7%C3%B5es%2C%20matrizes.> Acessado em: 25/11/2023.

SOUZA, A.B. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise, tomada de decisão.** São Paulo: Atlas, 2003.

STEVENSON, W. J. **Administração das Operações de Produção.** Rio de Janeiro: LTC, 2001.

SULE, D. R. **Manufacturing Facilities: Location, Planning, and Design.** Boca Raton: Third Edition; CRC Press, 2008.

TRUEVA, M. d. V. d. C. C. et al. **Avaliação da gestão de stocks e reorganização do layout num concessionário automóvel.** 2011. Dissertação de Mestrado.

URBAN, T. L. Combining Qualitative and Quantitative Analyses in Facility Layout. **Production and Inventory Management Journal**, n. 3/4, p. 73, 1989.

VILAS, J. P. M. J. **Otimização de Parâmetros em Soldadura Laser Quantal SA.** Tese de Doutorado. Universidade do Porto. 2013.

WAINER, E.; BRANDI, S. D.; DE MELLO, F. D. H. **Soldagem: processos e metalurgia.** Editora Blucher, 1992.

WELD VISION. Disponível em: <https://www.weldvision.com.br/uma-breve-historia-da-soldagem/#:~:text=N%C3%A3o%20se%20sabe%20exatamente%20quando,%2Dlos%2C%20normalmente%20a%20marteladas.> Acessado em: 20/04/2023.

WERNKE, R. Aplicações do conceito de valor presente na contabilidade gerencial. **Revista Brasileira de Contabilidade.** Conselho Federal de Contabilidade, n. 126. Brasília: 2000.

XAVIER, J. N.; **Manutenção Preditiva Caminho para a excelência.** Minas Gerais: Tecém, 2005.